

# I. ZUM GEDENKEN

## Karl Umrath

(26. März 1899 – 26. November 1985)



Am 26. November 1985 verstarb tit. o. Univ.-Prof. Dr. Karl UMRATH. Mit ihm ging ein universeller, ein auf tier- und pflanzenphysiologischem Gebiet gleichermaßen forschend tätiger Biologe von uns.

Karl UMRATH wurde am 26. März 1899 in Prag als Sohn des Fabrikanten Wilhelm Umrath und seiner Gattin Marie, geb. Herbst, geboren. Er legte an der 2. Staatsrealschule in Prag die Matura mit Auszeichnung ab und immatrikulierte anschließend (1916) an der Technischen Hochschule in Prag, wurde jedoch bereits nach einem Semester, im März 1917, zum Militärdienst einberufen. Nach Kriegsende studierte UMRATH an der Universität Jena, 1921 wurde er hier zum Diplomlandwirt graduiert. In seiner Jenaer Zeit wurde

er vor allem durch E. HAECKEL, mit dem die Familie Umrath auch freundschaftlich verbunden war, nicht nur wissenschaftlich, sondern auch weltanschaulich nachhaltig geprägt. Anschließend studierte UMRATH an der Universität Graz Naturwissenschaften und dissertierte bei LINSBAUER über ein selbstgewähltes Thema (elektrische Potentiale an Pflanzen). Auf Grund dieser Arbeit wurde er 1924 zum Dr. phil. (Hauptfach Botanik, zweites Fach Physik) promoviert.

In den folgenden Jahren zogen ihn neben weiteren Arbeiten zur Elektrophysiologie die sensitiven Pflanzen, vor allem *Mimosa pudica*, in ihren Bann, besonders die Erregungsleitung und die Natur der Refraktärstadien. Doch bald traten auch fachübergreifende Interessen hervor. Die erste Berührung UMRATHS mit den Methoden und Problemen der Reizphysiologie an tierischen Objekten ergab sich anlässlich mehrerer Studienaufenthalte in der Zeit von 1924 bis 1927 bei E. Th. V. BRÜCKE in Innsbruck. Abgeleitet wurde die Summenaktivität von Lymphherzen des Frosches. Mit der elektrischen Aktivität von Druckrezeptoren bei Wirbeltieren, den Pacinischen Körperchen, befaßte sich UMRATH 1929 anlässlich eines mehrmonatigen Forschungsaufenthaltes bei dem berühmten Physiologen ADRIAN in Cambridge (Nobelpreis 1932). So ist es verständlich, daß die Habilitation UMRATHS 1931 in Graz neben der Pflanzenphysiologie die Tierphysiologie und die Biophysik als Habilitationsfach mit einschloß. In der Folge scheinen daher bis 1940 neben den botanischen Arbeiten auch solche zoologischen Inhalts auf. Das Membranpotential, der Erregungsvorgang, seine elektrischen Erscheinungen und das Refraktärstadium erregbarer tierischer Gewebe nehmen dabei thematisch eine Vorrangstellung ein.

Knapp vor der neuerlichen Einberufung zum Militärdienst (1940–1946) befaßte sich UMRATH, angeregt durch die Arbeiten des Grazer Nobelpreisträgers Otto LOEWI, mit dem Überträgerstoff Adrenalin und seinem abbauenden Ferment in degenerierenden Nerven (gemeinsam mit H. HELLAUER). Dem sehr umfangreichen Gebiet der Erregungsübertragung im tierischen Nervensystem blieb UMRATH bis zum Lebensende mit großer Ambition und ausgeprägten eigenen Vorstellungen verhaftet. UMRATH hat die Bedeutung LOEWIS auf die Grazer Forschungen über die Rolle der

Überträgersubstanzen bei der Erregungsleitung und damit auch auf ihn selbst erst kürzlich in diesen Mitteilungen dargestellt (UMRATH 1984).

Im besonderen bemühte sich UMRATH, mit Hilfe von einfachen, mit geringem Zeitaufwand durchzuführenden biologischen Tests Fragen zu lösen. Viele weitere seiner Arbeiten galten dem Farbwechsel, seiner nervösen und hormonalen Steuerung. Diese Untersuchungen haben Eingang in die Lehr- und einschlägigen Handbücher gefunden.

Gleiches darf auch zum pflanzenphysiologischen Teil von UMRATHS Werk gesagt werden. Die Beschäftigung mit *Mimosa* scheint besonders durch einen kurzen Besuch bei RICCA, dem Entdecker der stofflichen Natur der Reizleitung in *Mimosa* (in Genua, wahrscheinlich 1931), stark intensiviert worden zu sein. UMRATH & SOLTYS (1936) gelang die Identifizierung der Erregungssubstanz von *Mimosa* als sauerstoffreiche Oxysäure. UMRATHS reizphysiologische Untersuchungen führten naturgemäß zu engen Kontakten mit dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, insbesondere mit Prof. WEBER.

Nach dem Zweiten Weltkrieg war UMRATH bemüht, seine Vorstellungen über die Erregungssubstanzen auf andere reizphysiologische Vorgänge und auf weitere Pflanzensippen auszudehnen. In fruchtbarer Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenphysiologie neigte sich nun das Schwergewicht von UMRATHS Forschung wieder mehr der Botanik zu. Gemeinsam mit Frau Prof. THALER und ihren Schülern konnte u. a. festgestellt werden, daß manche Substanzen, die in tierischen Organismen Erregungssubstanz freisetzen, dies auch in Pflanzen tun. Solche Substanzen wirken als Antagonisten zum Wuchsstoff Auxin und sind offenbar für bestimmte Pflanzensippen spezifisch. Auch die Pflanzenphysiologie konnte wertvolle Anstöße zu Untersuchungen in dieser Richtung, z. B. über den Plagiotropismus, beisteuern. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Biochemie der Universität Graz konnten auch Anhaltspunkte zum Chemismus der Erregungssubstanzen in Pflanzen erhalten werden.

Vieles, was UMRATH zur Elektrophysiologie und zur Reizphysiologie, insbesondere von *Mimosa*, beigetragen hat, ist in Handbuchartikeln niedergelegt oder bereits in die Anonymität des Lehrbuchwissens eingegangen. Seine Arbeiten, bes. zur Reizphysiologie von *Mimosa*, haben auch im Fernen Osten, in Japan, Resonanz gefunden und zu zwei Forschungsaufenthalten Prof. Shinobu WATANABES (Universität Kobe) in Graz und zu engerer Zusammenarbeit mit ihm geführt.

UMRATH hat alle reizphysiologischen Untersuchungen mit Geräten aus seinem persönlichen Fundus durchgeführt, mit Kapillarelektrometern, Induktoren, einem Helmholtz-Pendel und mit Kymographien, Geräte, mit denen er auch die Studenten der Zoologie nach dem Kriege in den tierphysiologischen Übungen ausbildete. Seine reizphysiologischen Versuche an Pflanzen führte UMRATH größtenteils in seinem privaten Gewächshaus durch. Im Zoologischen Institut hatte er sein Laboratorium eingerichtet, in dem er bis zu seiner letzten Erkrankung unermüdlich tätig war. Eine große Zahl von Doktoranden fühlte sich durch die von ihm vorgegebenen Themen und durch das Interesse, mit dem er den Fortgang der Arbeiten verfolgte, angezogen; ihre Namen scheinen, soweit sie nicht unabhängig publizierten, größtenteils in der Publikationsliste auf. Mehrere seiner Schüler sind Wissenschaftler geblieben wie E. FLOREY, zunächst Fullprofessor in Seattle, jetzt Ordinarius in Konstanz, durch sein „Lehrbuch der Tierphysiologie“ (englisch und deutsch), auch den heutigen Studenten bekannt, weiters BERNARDIS in Buffalo (USA), K. HAGMÜLLER, O. KEPKA und H. JUAN in Graz, PSCHORN-WALCHER, Ordinarius in Kiel.

Vielleicht war es der Umstand, daß das Werk UMRATHS gleicherweise in der Zoo- wie in der Pflanzenphysiologie angesiedelt ist, vielleicht auch eine gewisse Sprödigkeit seines Vortrages der Grund, daß UMRATH keinen Ruf auf eine Lehrkanzel erhalten hat. Er war, im ursprünglichsten Sinn des Wortes, Privatgelehrter. Die Universität Graz, vor allem die Biologen dieser Universität, haben UMRATH zu danken, daß er hier in wirtschaftlichen Mangelzeiten ein fundamentales Fach so erfolgreich vertreten hat und daß er ihnen als ein bis ins Innerste aufrecht um die Wissenschaft bemühter Lehrer ein in die Zukunft wirkendes Beispiel gegeben hat.

## Veröffentlichungen Karl UMRATHS

### A. Arbeiten pflanzenphysiologischen Inhaltes

Zusammengestellt von Otto HÄRTEL

- 1925: Zur Theorie der elektrischen Erregung. – Biol. gen. 1, 396–481.  
– Über die Erregungsleitung im Blatte von *Mimosa pudica*. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. I, 134, 21–44 und 189–208.
- 1927: Über einige Reaktionen der Erregungssubstanz von Mimosen und deren Prüfung am Froschherzen. – Planta 3, 175–179 (m. L. HERMANN).  
– Über die Erregungssubstanz der Mimosoideen. – Planta 4, 812–817.
- 1928: Über die Erregungsleitung bei sensitiven Pflanzen mit Bemerkungen zur Theorie der Erregungsleitung und der elektrischen Erregbarkeit im allgemeinen. – Planta 5, 274–324.  
– Messung elektrischer Potentiale pflanzlicher Gewebe und einzelner Zellen. – Protoplasma 4, 228–258 (m. J. GICKLHORN).  
– Elektrische Potentiale pflanzlicher Gewebe. – Protoplasma 4, 540–546.  
– Zellwandpotentiale lebender und toter *Helodea*-Blätter. – Protoplasma 5, 444–446.  
– Über Refraktärstadien. – Z. f. Biologie 87, 85–96.
- 1929: Zell- und Gewebepotentiale. – Kolloidchem. Beih. 28, 260–262.  
– Über die Erregungsleitung bei höheren Pflanzen. – Planta 7, 174–207.
- 1930: Über Erregungssubstanzen. – Jb. wiss. Bot. 73, 705–719.  
– Über Erregungsleitung bei Keimlingen und jungen Pflanzen. – Jb. wiss. Bot. 73, 759–769.
- 1930: Über Potentialmessungen an *Nitella mucronata* mit besonderer Berücksichtigung der Erregungserscheinungen. – Protoplasma 9, 576–597.
- 1931: Erregungssubstanz und Wuchsform bei *Mimosa pudica*. – Jb. wiss. Bot. 75, 609–621.  
– Der Übergang der Blätter in Schlafstellung. – Planta 13, 169–192.
- 1932: Die Bildung von Plasmalemma (Plasmahaut) bei *Nitella mucronata*. – Protoplasma 16, 173–188.  
– Der Erregungsvorgang bei *Nitella mucronata*. – Protoplasma 17, 258–300.
- 1934: Der Einfluß der Temperatur auf das elektrische Potential, den Aktionsstrom und die Protoplasmaströmung bei *Nitella mucronata*. – Protoplasma 21, 329–334.  
– Über den Erregungsvorgang bei *Spirogyra* und *Vaucheria* und über Potentialmessungen an Pflanzenzellen. – Protoplasma 22, 193–202.  
– Über die elektrischen Erscheinungen bei thigmischer Reizung der Ranken von *Cucumis melo*. – Planta 23, 47–50.

- Über die ökologische Bedeutung der Reizbewegungen sensitiver Pflanzen. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 71, 117–122.
- 1935: Über Protoplasmatropfen aus *Chara*-Zellen. – Protoplasma 24, 92–100.
- Über den Erregbarkeitsverlust von *Nitella* im alkalischen Medium. – Protoplasma 24, 101–107.
- Über Refraktärstadien bei höheren Pflanzen. – Jb. wiss. Bot. 81, 448–463.
- Über eine weitere Form der Erregungsleistung im primären Blattstiel von *Mimosa pudica* mit Bemerkungen über die Art der Erregungsleitung bei höheren Pflanzen. – Jb. wiss. Bot. 81, 573–578.
- 1936: Über die Erregungssubstanz der Mimosoideen. – Biochem. Z. 284, 247–255 (m. A. SOLTYS).
- Über die Erregungssubstanz der Papilionaceen und ihre zellteilungsauslösende Wirkung. – Jb. wiss. Bot. 84, 276–289 (m. A. SOLTYS).
- 1937: Der Erregungsvorgang bei höheren Pflanzen. – Erg. Biol. 14, 1–142.
- 1937: Über die Rolle des Saftstromes bei der Reizfortpflanzung in den Blättern von *Mimosa pudica* und *M. Spegazzinii*. – Jb. wiss. Bot. 85, 698–705 (m. Ch. UMRATH).
- Über den Erregungsvorgang und sonstige reizbedingte Veränderungen in der Oberepidermis der Zwiebelschuppen von *Allium cepa*. – Protoplasma 28, 345–351.
- 1938: Über das elektrische Potential und über Aktionsströme von *Valonia macrophysa*. – Protoplasma 31, 184–193.
- Über Erregungssubstanz, Wuchsstoff und Wachstum. – Protoplasma 31, 454–480 (m. A. SOLTYS † und Ch. UMRATH).
- 1939: Über Pilzwuchsstoffe mit spezifischer Wirkung. – Protoplasma 33, 13–17.
- Über das absolute Refraktärstadium nach zwei rasch aufeinanderfolgenden Erregungen. – Z. Biol. 99, 477–483.
- 1940: Blattform und Blütenzahl bei *Ilex aquifolium*. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 58, 499–501.
- Über die Art der elektrischen Polarisierbarkeit und die Art der elektrischen Erregbarkeit bei *Nitella*. — Protoplasma 36, 469–483.
- 1942: Über die Ausbreitung der durch Verwundung bedingten Viskositätsminderung bei *Spirogyra*. — Protoplasma 36, 410–413.
- Zur Theorie der Polarisation an lebenden Zellen. – Protoplasma 36, 584–606.
- 1943: Über die Erregungssubstanz von *Berberis*. — Protoplasma 37, 346–349.
- Über die Natur der elektrischen Potentialdifferenzen an lebenden Geweben. – Protoplasma 37, 398–404.
- Elektrisches Potential an durch Colchicin oder Heteroauxin hervorgerufenen Keulenwurzeln. – Protoplasma 37, 522–526 (m. F. WEBER).
- Die elektrische Polarisierbarkeit von *Nitella* unter verschiedenen Bedingungen. – Protoplasma 38, 1–12.
- 1944: Über *Pinguicula vulgaris*, insbesondere über ihre durch Beute bedingten Aktionsströme. – Planta 34, 88–93.
- 1948: Dornenbildung. Blattform und Blütenbildung in Abhängigkeit von Wuchsstoff und korrelativer Hemmung. – Planta 36, 262–297.
- 1949: Aneurin im *Chelidonium*-Elaiosom. – Österr. Bot. Z. 96, 196–200 (m. H. LIEB und F. WEBER).
- 1953: Geschlechtsbedingte Unterschiede in der Blattform. – Phytion (Austria) 4, 290–299.

- Über Aktionsstrom und Stillstand der Protoplasmaströmung bei *Nitella opaca*. Protoplasma 42, 77–82.
- 1954: Über die elektrische Polarisierbarkeit von *Nitella mucronata* und *Nitella opaca*. – Protoplasma 43, 237–252.
- 1958: Beobachtungen an täglich mehrmals gereizter *Neptunia plena*. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 71, 315–320.
- 1959: Der Erregungsvorgang. – In: Hb. Pflanzenphysiol. (Hg. W. RUHLAND) 17/1, 24–110.
- Mögliche Mechanismen von Krümmungsbewegungen. – In: Hb. Pflanzenphysiol. (Hg. W. RUHLAND) 17/1, 111–118.
- Galvanotaxis: In: Hb. Pflanzenphysiol. (Hg. W. RUHLAND) 17/1, 164–167.
- Die Reizleitung bei der Seismonastie. – In: Hb. Pflanzenphysiol. (Hg. W. RUHLAND) 17/1, 239–242.
- 1960: Über die Rolle der Erregungssubstanz beim Geotropismus der Sprosse. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 73, 380–385.
- Durch Elektrolytverschiebung im Zellinnern ausgelöste Veränderungen der elektrischen Spannung am Plasmalemma von *Nitella mucronata*. – Protoplasma 52, 212–222.
- 1962: Autonome Bewegungen von Blättern und autonome Erregungsvorgänge in Blättern. – In: Hb. Pflanzenphysiol. (Hg. W. RUHLAND) 17/2, 542–561.
- 1963: Über die Rolle der Erregungssubstanz beim Plagiotropismus der Sprosse. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 73; 380–385.
- 1966: Durch Erregungssubstanz ausgelöste Spaltenöffnungsschließbewegungen. – Z. Pflanzenphysiol. 55, 217–223.
- Über das Aktionspotential der raschen Erregungsleitung im primären Blattstiel von *Mimosa pudica*. – Z. Pflanzenphysiol. 55, 217–223.
- Versuche an *Nitella* zur Frage einer elektroosmotischen Komponente der Saugkraft. – Protoplasma 61, 229–243.
- 1968: Electrophysiology in plant cells. – Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. f. Medizin, 1968, 4 a. 159–165.
- 1969: Die Abhängigkeit der Reizzeiten bei der elektrischen Erregung von der Länge der erregten Gebilde. — Protoplasma 67, 51–66.
- Erregungsleitung von jungen Pflanzen von *Mimosa pudica* und ihre vermutete Beziehung zur Erregungssubstanz. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 451–457.
- 1978: Die Freisetzung von Erregungssubstanz bei Pflanzen durch Stoffe, die bei Tieren Überträgersubstanzen freisetzen. – Phytion (Austria) 19, 13–25 (m. I. THALER und G. STEINER).
- 1979: Verringerter Gehalt an Erregungssubstanz und morphologische Veränderungen bei viruskranker *Mimosa pudica*. – Phytion (Austria) 19, 247–251 (m. I. THALER und G. STEINER).
- Die Wirkungen von 3-Indolylessigsäure auf die Spaltöffnungsweite. – Phytion (Austria) 19, 253–258 (m. I. THALER und G. STEINER).
- 1980: Auslösung von Blattbewegungen bei *Mimosa* und von Krümmungen von *Lupinus*-Hypokotylen durch Freisetzung von Erregungssubstanz und Auxin. – Phytion (Austria) 20, 333–348 (m. I. THALER).
- 1981: 5-Hydroxyindolyl-3-essigsäure als ein Auxin. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 94, 143–149 (m. I. THALER).
- 1982: The interaction of the excitatory substance with auxin in *Elodea*. – Phytion (Austria) 22, 143–148 (m. Sh. WATANABE).

- The influence of plant hormones on leaf movements of *Mimosa pudica*. – *Phyton* (Austria) 23, 49–54 (m. Sh. WATANABE).
- 1983: Action potentials of the high-speed conduction in *Mimosa pudica* and *Neptunia plena*. – *Phyton* (Austria) 23, 65–78 (m. G. KASTBERGER).
- The hormonal basis of tendrils coiling. – *Phyton* (Austria) 23, 307–312 (m. Sh. WATANABE).
- 1984: The liberation of xanthoxin. – *Phyton* (Austria) 24, 79–85.
- The excitatory substance of the *Mimosaceae*. – *Phyton* (Austria) 24, 1–10 (m. W. BIELENBERG, H. ESTERBAUER und M. HAIN).
- Comparative studies on the excitatory substances of some plant families according to experiments with tendrils. – *Phyton* (Austria) 24, 305–315.
- 1986: Cell proliferation on potato-parenchyma induced by the excitatory substance of the *Solanaceae*. – *Phyton* (Austria) 26, im Druck.

## B. Arbeiten zoophysiologischen Inhalts

Zusammengestellt von Herbert HERAN

- 1924: Zur Theorie der elektrischen Erregung. – *Biol. gen.* I, (3–4–5), 396–481.
- 1925: Zur Kenntnis des Refraktärstadiums nach Extrasystolen. – *Z. Biol.* 83, 535–543.
- 1926: Über die elektrische Erregung autonomer Nerven und ihrer Erfolgsorgane. – *Z. Biol.* 85, 45–66.
- 1927: Das Refraktärstadium quergestreifter Muskeln bei Alkoholeinwirkung. – *Pflügers Arch.* 217, 12–16.
- 1928: Über Refraktärstadien. – *Z. Biol.* 87, 85–96.
- 1929: Zell- und Gewebspotentiale. – *Kolloidchem. Beih.* 28, 259–262.
- The impulse discharge from the Pacinian Corpuscle. – *J. of Physiol.* 48, 140–154 (m. E. D. ADRIAN).
- 1930: Über die Aktionsströme des Lymphherzens und seiner Nerven. – *Pflügers Arch.* 224, 631–639 (m. E. Th. BRÜCKE).
- Zum Kondensatormodell der elektrischen Erregbarkeit. – *Pflügers Arch.* 224, 441–447.
- 1933: Zur Kondensatortheorie der elektrischen Erregbarkeit der Nerven. – *Z. Biol.* 93, 259–265.
- Der Erregungsvorgang in den Motoneuronen von *Rana esculenta*. – *Pflügers Arch.* 233, 357–370.
- 1937: Über das Schaumnest der Labyrinthfische. – *Wochenschr. f. Aquarien- u. Terrarienkde.* 32, 462–466.
- 1939: Über die Vererbung der Farben und des Geschlechts beim Schleierkämpffisch *Betta splendens*. – *Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre* 77, 450–454.
- Über Azetylcholin und Cholinesterase in degenerierenden Nerven. – *Z. Biol.* 99, 624–632 (m. H. HELLAUER).
- 1941: Über die parasymphatische Innervation der Lymphherzen von *Rana esculenta*. – *Z. vergl. Physiol.* 29, 389–393.
- 1948: Das Vorkommen der sensiblen Substanz und von Aktionssubstanzen abbauenden Fermenten. – *Pflügers Arch.* 250, 737–746 (m. H. F. HELLAUER).

- 1949: Azetylcholin- und Aneurin Gehalt der Hornhaut und seine Beziehungen zur Nervenversorgung. – *Ophthalmologica* 117, 19–35 (m. H. F. HELLAUER, H. v. BRÜCKE).
- Aneurin bei der Degeneration, Regeneration und Erregung der Nerven. – *Zeitschr. f. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforschung* 11, 421–432 (m. H. F. HELLAUER).
- 1951: Über trophische Wirkungen sensibler Neurone im Nervensystem. – *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilkde.* 165, 409–429 (m. H. F. HELLAUER).
- 1952: Die parasympathikolytische und die parasympathikomimetische Wirkung des Atropins auf die Chromatophoren. – *Z. vergl. Physiol.* 34; 473–478 (m. L. REIDINGER).
- 1953: Über die fermentative Verwandlung von Substanz P aus sensiblen Neuronen in die Erregungssubstanz der sensiblen Nerven. – *Pflügers Arch.* 258, 230–242.
- 1954: Über das elektrische Potential und den Aktionsstrom von Eierstockeiern von *Rana esculenta*. – *Protoplasma* 43, 385–401.
- 1955: Veränderungen der Sehphäre I und II in ihrem monokularen und binokularen Teil nach Exstirpation eines Auges beim Kaninchen. – *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilkunde* 172, 495–525 (m. I. LINDNER).
- 1956: Elektrische Messungen und Reizversuche an *Amoeba proteus*. – *Protoplasma* 47, 347–358.
- 1957: Über das Vorkommen des Erregungsstoffes der sensiblen Nerven im Kammerwasser bei Glaukom. — *Arch. f. Ophthalmologie* 150, 81–87 (m. J. BÖCK, H. HELLAUER).
- Über den physiologischen und den morphologischen Farbwechsel des Bitterlings, *Rhodeus amarus*. – *Z. f. vergl. Physiol.* 40, 321–328.
- 1959: Allgemeines über die Wirkung elektrischer Reize auf Zellen. – *Hb. Pflanzenphysiol.* (Hg. W. RUHLAND) 12, 135–147.
- Über den Einfluß des adrenocorticotropen Hormons auf die Färbung und über die Auslösbarkeit des Hochzeitskleides bei einigen Fischen. – *Z. vergl. Physiol.* 42; 181–191.
- 1961: The relation of substances P to neurotransmitter substances. – *Proceedings Symp. Subst. P* 1; 23–27 (P. STERN ed.).
- 1963: Über die freie und die gebundene zentralnervöse Hemmungssubstanz der Wirbeltiere. – *Pflügers Arch.* 277, 523–536 (m. H. BOHN).
- 1965: Über eine neue nervöse Überträgersubstanz aus dem Kleinhirn, über das Vorkommen nichtcholinergischer Überträgersubstanzen im Zentralnervensystem der Wirbeltiere und über deren Empfindlichkeit gegen Reserpin. – *Z. Biol.* 115, 41–55 (m. I. SILBERBAUER).
- Histologische Veränderungen im Gehirn von Tieren nach Ausschaltung von Augen durch Vernähen der Lider oder durch Exstirpation. – *Z. Biol.* 115, 99–118.
- 1967: Die Wirkung von Reserpin und Chlordiazepoxid auf gebundenes Cerebellin, eine erregende Überträgersubstanz des Kleinhirns. – *Z. Biol.* 115, 418–421 (m. I. SILBERBAUER).
- Über nervöse Hemmungssubstanzen der Wirbeltiere und über Wirkungsmechanismen von Psychopharmaka. – *Z. Biol.* 115, 322–364 (m. M. GRALLERT).
- 1969: Rezeptoren des Säugetierdarmes. – *Z. Biol.* 116, 269–276 (m. B. PINITSCH).
- Der Einfluß von  $\alpha$ -,  $\beta$ - und mehrfachen Blockern auf den Farbwechsel von Fröschen. – *Z. Biol.* 394–397 (m. K. HAGMÜLLER).
- 1970: Ein natürlich vorkommender M-Blocker, seine Beziehung zu Schlafmitteln und zur peripheren Hemmung bei Arthropoden. – *Z. Biol.* 116, 370 (m. H. JUAN, B. PINITSCH).

- 1974: Der Einbau von  $^{14}\text{C}$ - $\gamma$ -Aminobuttersäure und  $^{14}\text{C}$ -Cholin in  $\gamma$ -Aminobutyrylcholin von Hirnschnitten. – Zool. Jb: Physiol. 78, 500–567 (m. D. S. KIM).
- Histamin verhält sich in der Speicheldrüse wie eine nervöse Überträgersubstanz. – Subsidia medica 26, 40–43 (m. N. SORAYA).
- 1976: Identifizierung der Überträgersubstanz der sensiblen Nerven als  $\gamma$ -Aminobutyryl-L-histidin. – Zool. Jb. Physiol. 80, 274–295 (m. G. FÜRST).
- 1979: Nervöse Überträgersubstanzen und ihre Freisetzung. Drei zoophysilogische Beiträge: – Naturwiss. Ver. Steiermark, S. 5–60, Graz.
- 1984: Die Entdeckung von Otto Loewi von der humoralen Übertragbarkeit der Vaguswirkung auf das Herz und ihr mutmaßlicher Einfluß auf die Arbeiten aus dem Grazer Kreis. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 114, 17–38.

O. HÄRTEL & H. HERAN (beide Graz)